

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-195342

(43)Date of publication of application : 21.07.2005

(51)Int.Cl.

G01B 7/34

(21)Application number : 2003-
435068

(71)Applicant : SANO AKITO
MOCHIYAMA HIROMI
TAKEI NAOYUKI
KIKUUE RYO
FUJIMOTO HIDEO
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 26.12.2003

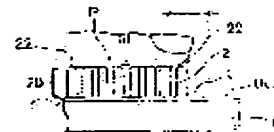
(72)Inventor : SANO AKITO
MOCHIYAMA HIROMI
TAKEI NAOYUKI
KIKUUE RYO
FUJIMOTO HIDEO

(54) UNEVENNESS AMPLIFY MEMBER, UNEVENNESS DETECTION METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an unevenness amplify member and an unevenness detection method using the same capable of presenting the unevenness on a body while amplifying with simple constitution.

SOLUTION: The unevenness amplify member detects, amplifies and presents the unevenness of a body O, comprising: a sheet detection part 1 for detection and presentation with amplification and at the same time having flexibility for deforming along the surface of the body O by being brought into contact with the surface of the body O; and a presentation part 20 formed on the other surface of the sheet detection part 1 being in contact with the body O, wherein the deformation resistance of the sheet detection part 1 at least for one direction perpendicular to the thickness direction is smaller than that of the sheet detection part 1.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-195342

(P2005-195342A)

(43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int.Cl.⁷

G01B 7/34

F1

G01B 7/34

Z

テーマコード(参考)

2F063

審査請求 未請求 請求項の数 12 OL (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-435068 (P2003-435068)
 (22) 出願日 平成15年12月26日(2003.12.26)

(特許庁注: 以下のものは登録商標)

1. テフロン

(71) 出願人 501360278
 佐野 明人
 岐阜県本巣郡北方町北方2300番地の2
 (71) 出願人 504005688
 望山 洋
 愛知県名古屋市天白区池見2-177 グ
 ランパス池見206
 (71) 出願人 504005677
 武居 直行
 愛知県名古屋市天白区鴻の巣2-403
 シルク荳番館203
 (71) 出願人 504005666
 菊植 亮
 愛知県名古屋市東区泉2-20-9 マイ
 ルストーン泉3B

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 凹凸増幅部材および凹凸増幅部材を用いた凹凸検出方法

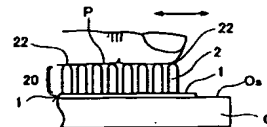
(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成からなり、物体の凹凸を増幅して呈示することのできる凹凸増幅部材を提供する。また、凹凸増幅部材を用い、物体の凹凸を検出する凹凸検出方法を提供する。

【解決手段】 本発明の凹凸増幅部材は、物体Oの凹凸を検出し増幅させて呈示する凹凸増幅部材であって、物体Oの表面と接触し物体Oの表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部1と、物体Oと接触するシート状検出部1の一方の面と背向する他方の面に形成され、シート状検出部1の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向のシート状検出部1の変形抵抗よりも小さい呈示部20と、からなる。

本発明の凹凸検出方法は、本発明の凹凸増幅部材を用い、凹凸増幅部材のシート状検出部1を物体Oの表面に沿わせる接触工程と、接触工程で生じた呈示部20の表面の変形を検知して、物体Oの凹凸を検出する凹凸検出工程と、を有する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物体の凹凸を検出し増幅させて呈示する凹凸増幅部材であって、
前記物体の表面と接触し該物体の表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部と、
前記物体と接触する該シート状検出部の一方の面と背向する他方の面に形成され、該シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向の該シート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、
からなることを特徴とする凹凸増幅部材。

【請求項 2】

前記呈示部は、前記シート状検出部の前記他方の面に間隔を隔てて形成された複数の突部からなる請求項 1 記載の凹凸増幅部材。

【請求項 3】

前記突部は、互いに平行に配置された複数の板状体からなる請求項 2 記載の凹凸増幅部材。

【請求項 4】

前記突部は、互いに所定の間隔を隔てて配置された柱状体からなる請求項 2 記載の凹凸増幅部材。

【請求項 5】

前記呈示部は、発泡体である請求項 1 記載の凹凸増幅部材。

【請求項 6】

前記呈示部は、厚さ方向に複数の孔が形成されたシートである請求項 1 記載の凹凸増幅部材。

【請求項 7】

前記シート状検出部、または、前記シート状検出部および前記呈示部は、樹脂製である請求項 1～6 のいずれかに記載の凹凸増幅部材。

【請求項 8】

さらに前記呈示部は、該呈示部の変形を検知する変形検知手段を有する請求項 1～7 のいずれかに記載の凹凸増幅部材。

【請求項 9】

前記変形検知手段は、歪ゲージである請求項 8 記載の凹凸増幅部材。

【請求項 10】

物体の凹凸を検出する凹凸検出方法であって、
前記物体の表面と接触し該物体の表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部と、前記物体と接触する該シート状検出部の一方の面と背向する他方の面に形成され、該シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向の該シート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、からなる凹凸増幅部材を用い、
該凹凸増幅部材の前記シート状検出部を前記物体の表面に沿わせる接触工程と、
該接触工程で生じた前記呈示部の変形を検知して、該物体の凹凸を検出する凹凸検出工程と、
を有することを特徴とする凹凸検出方法。

【請求項 11】

前記接触工程は、前記シート状検出部を前記物体の表面に沿わせた状態で、さらに、前記凹凸増幅部材を摺動させることにより前記呈示部の表面の変形量を時間変化させる工程で、

前記凹凸検出工程は、前記呈示部の表面の変形量の時間変化を触覚により検知する工程である請求項 10 記載の凹凸検出方法。

【請求項 12】

前記接触工程は、前記凹凸増幅部材の前記シート状検出部を、可撓性を有する表面部と該表面部に覆われた凹凸部とからなる前記物体の表面に押圧して沿わせる工程で、

10

20

30

40

50

前記凹凸検出工程は、該物体の凹凸部の凹凸を検出する工程である請求項10または11記載の凹凸検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼板の面歪などの物体の凹凸を検出するために用いられる、凹凸増幅部材および凹凸検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

これまで、感覚代行や人工現実感の分野で、人間に人工的な感覚を呈示するための研究が数多く行われている。たとえば、センサ部とディスプレイ部とが表裏一体になった、触覚呈示システムが考えられている。センサ部には、印刷物を読み取るための光学センサや、触覚センサ等を用いることが考えられている。また、ディスプレイ部には、触覚受容器を電氣的に刺激して人工的な触覚を呈示する方法を用いることが考えられている。そのため、このシステムは、本来触りえないものを触る感覚を使用者に呈示することができる。

【0003】

しかしながら、上記のセンサ部やディスプレイ部は、その分解能や感度が不十分である。また、上記システムは、複雑なメカトロニクス技術に基づくものであるため、その構成の複雑さから故障を招くことが多く、保守管理に多大な時間と労力がかかるといった問題点がある。さらに、センサ部やディスプレイ部を小型化することは困難である。

【0004】

その一方、特許文献1および特許文献2には、物体の凹凸を触覚により容易に検知する手段として、2枚の可撓性のあるシートと、それらの間に封入された少量の潤滑油と、からなる触覚パッド（TOUCH ENHANCING PAD）が開示されている。この触覚パッドを用いる際には、一方のシートは対象物の表面で接触したまま静止しており、他方のシートは指先と接触した状態で指先と共に動かされる。その結果、潤滑油の働きにより、対象物と指先との間での摩擦の影響が少なくなり、滑らかな指先の動きにより、物体の凹凸を明瞭に検知できるようになる。なお、このパッドは、“BSE（Breast Self-Examination）Pad”という名で商品化され、乳癌の自己検診補助具としてFDA（米国食品医薬品局）に認可されたものである。

【0005】

一般的に、対象物（物体の表面）と指先（手）との間に介在物があると、介在物により触覚が鈍ると考えられるが、このパッドによれば、複雑なメカトロニクス技術を用いることなく物体の凹凸を明瞭に検知できる。しかしながら、微小な凹凸を検出することは困難であり、また、物体の広範囲にわたって凹凸を検出する用途としては実用的ではない。さらに、2枚のシートの間に潤滑油が封入されている簡単な構成ではあるが、シートの破損により潤滑油が漏れ出すおそれもある。

【特許文献1】米国特許第4657021号明細書

【特許文献2】米国特許第4793354号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

物体の凹凸を検出する技術は、様々な分野で必要とされている。凹凸の検査方法としては、対象物（物体の表面）と接触または非接触で検査を行う方法があり、たとえば、画像処理（非接触）やダイヤルゲージ式センサ（接触）を用いた検査方法が行われている。しかしながら、画像処理を用いた検査方法では、物体の表面の光沢や汚れにより検査結果にばらつきが生じるという問題点がある。また、ダイヤルゲージ式センサを用いた検査方法では、物体の広範囲を検査するには不向きである。そして、これらの方法は、高価な装置が必要である、装置のセッティングに時間を要する、等の問題点がある。

【0007】

10

20

30

40

50

そのため、実際の製造工程、たとえば、自動車などの生産ラインにおいて行われている鋼板の面歪の検査では、技能者が鋼板の表面をなぞることにより凹凸の検出が行われている。しかしながら、熟練度によって技能者の能力に差があるため、凹凸の検出結果に差が生じるという問題がある。また、技能者が凹凸を検出する技術を習得するには、長い年月がかかるものである。したがって、高価な装置を必要とせず、簡単に凹凸を検出できる検出方法が求められている。

【0008】

そこで、本発明は、簡単な構成からなり、物体の凹凸を増幅して呈示することのできる凹凸増幅部材を提供することを目的とする。また、その凹凸増幅部材を用い、物体の凹凸を検出する凹凸検出方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の凹凸増幅部材は、物体の凹凸を検出し増幅させて呈示する凹凸増幅部材であって、前記物体の表面と接触し該物体の表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部と、前記物体と接触する該シート状検出部の一方の面と背向する他方の面に形成され、該シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向の該シート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、からなることを特徴とする。

【0010】

本発明の凹凸増幅部材において、前記呈示部は、前記シート状検出部の前記他方の面に間隔を隔てて形成された複数の突部からなるのが好ましい。この際、前記突部は、互いに平行に配置された複数の板状体や、互いに所定の間隔を隔てて配置された柱状体からなるのが好ましい。

【0011】

また、本発明の凹凸増幅部材において、前記呈示部は、発泡体であるのが好ましい。また、前記呈示部は、厚さ方向に複数の孔が形成されたシートであるのが好ましい。

【0012】

前記シート状検出部、または、前記シート状検出部および前記呈示部は、樹脂製であるのが好ましい。

【0013】

さらに前記呈示部は、該呈示部の変形を検知する変形検知手段を有するのが好ましい。この際、前記変形検知手段は、歪ゲージであるのが好ましい。

【0014】

本発明の凹凸検出方法は、物体の凹凸を検出する凹凸検出方法であって、前記物体の表面と接触し該物体の表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部と、前記物体と接触する該シート状検出部の一方の面と背向する他方の面に形成され、該シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向の該シート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、からなる凹凸増幅部材を用い、該凹凸増幅部材の前記シート状検出部を前記物体の表面に沿わせる接触工程と、該接触工程で生じた前記呈示部の変形を検知して、該物体の凹凸を検出する凹凸検出工程と、を有することを特徴とする。

【0015】

本発明の凹凸検出方法において、前記接触工程は、前記シート状検出部を前記物体の表面に沿わせた状態で、さらに、前記凹凸増幅部材を撓動させることにより前記呈示部の表面の変形量を時間変化させる工程で、前記凹凸検出工程は、前記呈示部の表面の変形量の時間変化を触覚により検知する工程であるのが望ましい。

【0016】

また、前記接触工程は、前記凹凸増幅部材の前記シート状検出部を、可撓性を有する表面部と該表面部に覆われた凹凸部とからなる前記物体の表面に押圧して沿わせる工程で、前記凹凸検出工程は、該物体の凹凸部の凹凸を検出する工程であるのが望ましい。

【発明の効果】

【0017】

10

20

30

40

50

本発明の凹凸増幅部材は、物体の表面と接触し該物体の表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部と、前記物体と接触する該シート状検出部の一方の面と背向する他方の面に形成され、該シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向の該シート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、からなる。この構成により、シート状検出部が検出した物体の凹凸を呈示部に的確に増幅して呈示することができる。また、複雑なメカトロニクス技術を用いることなく、シート状検出部と呈示部とからなる簡単な構成のため、故障や破損が少なく安価である。

【0018】

特に、呈示部は、シート状検出部の前記他方の面に間隔を隔てて形成された複数の突部とすることにより、物体の凹凸を効果的に増幅して呈示することができる。たとえば、突部が互いに平行に配置された複数の板状体からなる場合は、シート状検出部の厚さ方向と垂直な一方向の変形抵抗を、同方向のシート状検出部の変形抵抗よりも小さいものとすることができる。また、突部が互いに所定の間隔を隔てて配置された柱状体からなる場合は、シート状検出部の厚さ方向と垂直な方向の変形抵抗を、同方向のシート状検出部の変形抵抗よりも小さいものとすることができる。

【0019】

本発明の凹凸検出方法は、本発明の凹凸増幅部材のシート状検出部を用いた上記接触工程と上記凹凸検出工程により、簡単に物体の凹凸を増幅して検出することができる。また、本発明の凹凸検出方法では、本発明の凹凸増幅部材のシート状検出部を物体の表面に沿わせた状態としたときの、呈示部の変形を検知するため、増幅された物体の凹凸の情報を的確に検出することができる。

【0020】

本発明の凹凸検出方法によれば、接触工程において本発明の凹凸増幅部材のシート状検出部を物体の表面に押圧して沿わせることにより、表面に凹凸を有する物体のみならず、可撓性を有する表面部と、その表面部に覆われた凹凸部と、からなる物体の凹凸部の凹凸を検出することも可能である。

【0021】

また、シート状検出部を物体の表面に沿わせた状態で、さらに、本発明の凹凸増幅部材を摺動させて、呈示部の表面の変形量を時間変化させることにより、呈示部の表面の変形量の時間変化を触覚により検知できるので、検査者が物体の凹凸を鋭敏に認識できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下に、本発明の凹凸増幅部材および凹凸検出方法を実施するための最良の形態を説明する。

【0023】

〔凹凸増幅部材〕

本発明の凹凸増幅部材は、物体の凹凸を検出し増幅させて呈示することができる凹凸増幅部材である。

【0024】

材質や厚みが均一であり可撓性を有する一般的なシート的一方の面（たとえば下面とする）を物体の表面に沿わせると、シートは物体の凹凸に沿って曲がる。このとき、シートの上下面には伸縮が生じる。具体的には、図1に模式的に示されるように、物体の凸な表面に沿わせた場合には、シート10の上面10uに引張歪（伸び）が、上面10uと背向する下面10dに圧縮歪（縮み）が生じる（図1（a））。そして、物体の凹な表面に沿わせた場合には、その逆となる（図1（b））。また、物体の表面が凹および凸のいずれの場合でも、シート10の内部には伸縮しない中立面Mが存在する。そして、シートの上面が中立面Mから遠ざかる、つまりシートが厚くなるほど、シートの上面の伸縮の量（変形量）が大きくなる。すなわち、下面で検出された凹凸を増幅させて上面に呈示したい場合には、シートの厚みを増すことにより、シートの上面の変形量を大きくすればよい。

【0025】

しかしながら、材質が等方的で、均一な厚みを有する一般的なシートの場合には、シートの厚みを増すとその可撓性も低下する（曲げ剛性は厚さの3乗に比例）。つまり、単に厚さを増しただけのシートでは、シートの下面を物体の表面に沿わせ難くなるため、物体の凹凸を正確に検出できない。また、弾性率の低いシートを用いたとしても、シートを物体に沿わせる際の押圧力によりシートが厚さ方向に圧縮されるなどして、シートの下面で検出された物体の凹凸をシートの上面に正確に伝達することが難くなる。

【0026】

そこで、本発明の凹凸増幅部材は、物体の表面と接触し、その物体の表面に沿って変形する可撓性を有するシート状検出部と、物体と接触するシート状検出部の一方の面と背向する他方の面に形成され、シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向のシート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、からなる構成とした。

10

【0027】

本発明の凹凸増幅部材を構成するシート状検出部の一方の面（以下「シート状検出部の下面」と記載）を物体の表面に接触させると、シート状検出部は可撓性を有するので、物体の表面に沿って変形する。このシート状検出部の変形は、シート状検出部の他方の面（以下「シート状検出部の上面」と記載）に形成された呈示部にも同様に生じる。呈示部は、シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向（シート状検出部の厚さ方向と垂直な方向）のシート状検出部の変形抵抗よりも小さいため、凹凸増幅部材を全体として厚くしても、シート状検出部の可撓性を阻害することがない。その結果、シート状検出部で検出された物体の凹凸を効果的に増幅して呈示することができる。その機構を、以下に具体的に説明する。

20

【0028】

図2に二次元で模式的に示す凹凸増幅部材は、可撓性を有するシート状検出部11と、シート状検出部11の上面に形成されシート状検出部11の厚さ方向に垂直な方向の変形抵抗が小さい呈示部21とからなる。呈示部21は、図2に示す複数の突起26がシート状検出部11の厚さ方向に垂直な方向（図2の横方向）に等間隔に配置されたものである。つまり、呈示部21は、図2の横方向の変形抵抗がシート状検出部11の横方向の変形抵抗よりも小さいものである。

【0029】

図2の凹凸増幅部材が平坦な面の上にあるとき（図2の点線で示された凹凸増幅部材）を基準とすると、平坦な状態よりも傾いた面Ob（傾き θ ）に接したとき（図2の実線で示された凹凸増幅部材）、呈示部21の突起26には、基準の面（平坦な面）の接線方向および法線方向の変位が生じる。このとき、中立面Mがシート状検出部11の内部に存在するが、シート状検出部11の厚さがごく薄いとは仮定すると、突起26の接線方向の変位は、面Obの傾き θ と凹凸増幅部材の厚さT、すなわちシート状検出部11の厚さ+呈示部21の厚さ（突起26の長さ）に比例する（ $T\theta$ ）。なお、法線方向の変位は、面Obの高さHに等しい。

30

【0030】

つまり、本発明の凹凸増幅部材では、シート状検出部と呈示部とからなる構成としたことで、凹凸増幅部材の厚さ、特に呈示部の厚さにより、シート状検出部で検出された物体の凹凸の情報を的確に増幅して呈示部の変形として呈示することができる。

40

【0031】

そして、本発明の凹凸増幅部材は、シート状検出部と、シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が同方向のシート状検出部の変形抵抗よりも小さい呈示部と、からなる構成のため、伸縮の生じない中立面Mは、シート状検出部の内部、すなわち、呈示部の表面から離れた位置にある。そのため、シート状検出部により検出された物体の凹凸は、効果的に増幅され、呈示部の表面に呈示される。さらに、上記構成により、中立面Mから呈示部の表面までの厚さを増しても、シート状検出部の可撓性を阻害することなく、増幅効果を高めることができる。

【0032】

50

また、図2を用いた説明から分かるように、シート状検出部を薄く、呈示部を厚く、することにより物体の凹凸を効果的に検出し効果的に増幅させて呈示することができる好適な凹凸増幅部材が得られる。たとえば、シート状検出部と呈示部との厚さの比が1:10~1:100であるのが好ましい。

【0033】

本発明の凹凸増幅部材において、シート状検出部は、物体の表面と接触し、その物体の表面に沿って変形する可撓性を有する。シート状検出部は、その下面が物体の表面に接触した（または表面に押圧された）状態で用いられるため、シート状検出部を物体の表面に沿わせることができる程度の可撓性（柔軟性）を有するのがよい。そのため、シート状検出部は、その弾性率が、好ましくは500~3000MPa、さらに好ましくは1500~2500MPaである。したがって、シート状検出部は、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリアセタール、ポリカーボネートなどの樹脂製であるのが好ましい。また、シート状検出部の厚さは、その弾性率にもよるが、0.05~0.5mmが好ましい。シート状検出部の弾性率や厚さが上記範囲であれば、凹凸増幅部材は、シート状検出部の下面が物体の表面に沿わせやすいので、物体の凹凸を検出するのに有効である。また、シート状検出部の厚さ方向に伸縮が生じにくいいため、厚さ方向の情報を的確に伝達することができ、物体の凹凸の空間的な情報を保持することができる。

【0034】

さらに、シート状検出部の材質は、シート状検出部の下面と物体の表面との間の摩擦が小さいのが好ましい。摩擦が小さいと、凹凸増幅部材を物体の表面で摺動させて用いる場合（後述）に、滑らかに摺動させやすく使用しやすい。なお、シート状検出部の材質が物体の表面との摩擦が大きい材質の場合には、シート状検出部の下面に摩擦を低減できる別部材を形成してもよい。この際、別部材は、シート状検出部の可撓性を阻害しないものが好ましい。例えば、シート状検出部の下面にシート状検出部とは別素材のフィルムやテープを固定するとよい。

【0035】

本発明の凹凸増幅部材において、呈示部は、物体と接触するシート状検出部の一方の面（下面）と背向する他方の面（上面）に形成される。シート状検出部と呈示部とは、一体的に形成してもよい。

【0036】

そして、呈示部は、シート状検出部の厚さ方向と垂直な少なくとも一方向の変形抵抗が、同方向のシート状検出部の変形抵抗よりも小さいものとする。呈示部は、シート状検出部の可撓性を阻害しない材質および形状であるのがよい。また、呈示部の表面が、凹凸増幅部材の厚さ方向に加圧された場合でも、呈示部に伸縮が生じない程度の剛性を有するのが好ましい。

【0037】

呈示部の材質としては、繊維強化プラスチックや高機能樹脂などの、変形方向によって変形抵抗が異なるような異方性材料を用いることができる。また、本発明の凹凸増幅部材は、シート状検出部と呈示部とからなる二層構造のほか、シート状検出部と異なる変形抵抗の方向や大きさを有する複数の層からなる呈示部とからなる多層構造、また、凹凸増幅部材の変形抵抗の方向や大きさが一方の面から他方の面に向かって漸次移行するように構成してもよい。なお、変形抵抗が漸次移行するように構成された凹凸増幅部材では、呈示部の表面側の変形抵抗がより小さいものが好ましい。

【0038】

また、呈示部は、発泡体や、厚さ方向に複数の孔が形成されたシートであってもよい。図3に模式的に示される凹凸増幅部材は、呈示部が、厚さ方向に複数の孔が形成されたシートである場合の一例である。図3の凹凸増幅部材は、樹脂製シート的一方の面（上面）より厚さ方向に複数の垂直孔3が形成されている。つまり、図3の凹凸増幅部材は、シート状検出部13と、シート状検出部13と一体的に形成され複数の垂直孔3を有するシートからなる呈示部30と、からなる。上記構成の呈示部30は、垂直孔3が形成されてい

ることにより、シート状検出部 13 の厚さ方向と垂直な方向の変形抵抗が、同方向のシート状検出部 13 の変形抵抗よりも小さくなる。なお、シート状検出部 13 と呈示部 30 とを別部材で形成した後、両部材を一体的に固定したものでよい。また、図 3 では、呈示部の孔は、厚さ方向と平行に形成されているが、厚さ方向と一定の角度を持って形成されていてもよい。

【0039】

さらに、呈示部は、シート状検出部の他方の面（上面）に間隔を隔てて形成された複数の突部からなるのが好ましい。突部は、突部の先端部（呈示部の表面）が加圧された場合でも、突部の長さ方向（凹凸増幅部材の厚さ方向）に伸縮が生じず、さらに、シート状検出部と突部とのなす角度を一定に保つことのできる程度の剛性を有するのが好ましい。常に角度を一定に保つことができれば、突部の先端部も所定の変形量で変位するので、シート状検出部が検出した物体の凹凸を正確に増幅して呈示することができる。そのため、突部は、その弾性率が、好ましくは 1500～5000MPa、さらに好ましくは 2000～4000MPa である。したがって、突部は、PET、ポリアセタール、ポリカーボネート、アクリルなどの樹脂や、アルミニウム等の金属からなるのが好ましい。突部の弾性率が上記範囲であれば、突部はシート状検出部の可撓性を阻害しない。

【0040】

突部の形状に特に限定はなく、円錐状や角錐状、円柱や角柱などの柱状体の他、板状や起毛状であっても凹凸の増幅効果を発揮する。そして、突部の先端部は、先鋭、平面状、曲面状の他、特に、突部が円錐状や円柱状であればその先端部が半球状であるのが好ましい。

【0041】

複数の突部の配置にも特に限定はなく、複数の突部を無作為に配置してもよいが、隣接する突部を互いに所定の間隔をもって配置するのが好ましい。所定の間隔に配置する場合には、その間隔は、突部の形状や大きさにもよるが、0.5～2.0mm が好ましい。そして、それぞれの突部は、各種格子の格子点上に配置する他、板状の突部を互いに平行に位置するように配置したり、格子状に交差させて配置してもよい。たとえば、突部が互いに平行に配置された複数の板状体である場合は、シート状検出部の厚さ方向と垂直かつ板状体の配列方向と垂直な一方向の変形抵抗が小さくなる。また、突部が互いに所定の間隔を隔てて配置された柱状体である場合は、シート状検出部の厚さ方向と垂直な方向の変形抵抗が小さくなる。

【0042】

この際、複数の突部は、それぞれの先端部の向きが互いに平行となるように配置されるのがよい。複数の突部の先端部の向きを互いに平行とすることにより、ある凹凸の形状に対して、どの突部も同じ変形量で変位するため、物体の凹凸を定量的に増幅することが可能となる。例えば、複数の突部をシート状検出部の厚さ方向にのびる柱状体とする（つまりシート状検出部と垂直とする）と、突部の先端部を押圧することにより、凹凸増幅部材を物体の凹凸に沿わせるような場合でも、突部の長さ方向に伸縮が生じにくく、また、使用時にも常に垂直を保ちやすいので、呈示部の表面（複数の突部の先端部）は物体の凹凸を的確に増幅して呈示することができる。

【0043】

また、本発明の凹凸増幅部材は、厚さが厚いほど、すなわち突部が長いほど増幅効果が高くなるので、突部の長さを、使用中に伸縮が生じない程度に十分に長くするとよい。突部の長さは、突部の形状や材質にもよるが、好ましくは 2.5mm 以上、より好ましくは 3～6mm である。なお、突部が円柱状あるいは円錐状であれば、突部とシート状検出部との接続部分での突部の直径は、1～1.5mm であるのが好ましい。突部の直径が上記範囲であれば、突部はシート状検出部の可撓性を阻害しない。

【0044】

シート状検出部および呈示部は、その材質や厚さ、呈示部の形状などを選択することによって、変形抵抗の大きさや呈示部の変形の程度を任意に変化させることができる。その

10

20

30

40

50

結果、シート状検出部の可撓性や凹凸増幅部材の増幅作用の大きさをも変化させることができる。そのため、凹凸増幅部材として求められる性能（凹凸の分解能）やその用途に合わせて材質、厚さおよび形状を選択すればよい。また、呈示部において、孔（たとえば図3の垂直孔3）の内部や突部の隙間に各種充填材を封入し、呈示部の変形抵抗の大きさを調整することもできる。

【0045】

そして、シート状検出部と呈示部とは、別々の部材として形成した後にシート状検出部の上面に突部を固定してもよいし、シート状検出部と突部とを互いに一体的に形成してもよい。シート状検出部や突部の製法としては、金型を用いた各種成形法のほか、光造形法などが好適である。なお、シート状検出部と突部とを一体的に形成する場合には、両者は同じ材質からなり、その弾性率は、好ましくは1500～3000MPa、より好ましくは2400～2500MPaである。

【0046】

さらに呈示部は、呈示部の変形を検知する変形検知手段を有するのが好ましい。変形検知手段としては、歪ゲージであるのが好ましい。この際、変形検知手段を呈示部の表面の変形を検知できるものとすれば、物体の凹凸を効果的に検知することができる。たとえば電気抵抗式の歪ゲージを用いれば、呈示部の変形量を電気量に変換して出力することができる。歪ゲージは、増幅された凹凸の情報を検知するため、高精度の凹凸検査が行える。また、変形検知手段の配置位置には、呈示部の変形が検知できれば特に限定はない。

【0047】

〔凹凸検出方法〕

本発明の凹凸検出方法は、本発明の凹凸増幅部材（上述）を用いた凹凸検出方法であって、凹凸増幅部材のシート状検出部を前記物体の表面に沿わせる接触工程と、接触工程で生じた呈示部の変形を検知して、増幅された凹凸の情報を検出する凹凸検出工程と、を有する。

【0048】

前述の〔凹凸増幅部材〕の欄でも詳説したが、シート状検出部の上面に形成された呈示部は、シート状検出部が検出した物体の凹凸に応じて変形する。したがって、凹凸増幅部材を平坦な面に置いた場合と、凹凸を有する物体の表面に沿わせた状態とでは、たとえば図2に図示するように呈示部は変形する。そのため、凹凸増幅部材を物体の凹凸に沿わせた状態で、呈示部の変形を検知することにより、その物体の凹凸を検出することができる。

【0049】

また、本発明の凹凸検出方法によれば、可撓性を有する表面部と、その表面部に覆われた凹凸部と、からなる物体の凹凸部の凹凸（物体の内部の凹凸）も検出することができる。接触工程において凹凸増幅部材のシート状検出部を、その物体の表面に押圧して沿わせると、たとえ表面部により凹凸部が覆われていても、凹凸検出工程において物体の凹凸部の凹凸を検出することができる。したがって、本発明の凹凸検出方法によれば、シート等の可撓性を有する部材の下に入り込んだ小さな異物や皮膚の内部のしこり等を検出することができる。

【0050】

また、呈示部の変形を検知する方法に特に限定はないが、接触工程はシート状検出部を物体の表面に沿わせた状態で、さらに、凹凸増幅部材を摺動させることにより呈示部の表面の変形量を時間変化させる工程で、凹凸検出工程は呈示部の表面の変形量の時間変化を触覚により検知するのが望ましい。以下に、この触覚による検知方法について詳しく説明する。

【0051】

触覚を有する人間の皮膚は、異なる柔らかさを持つ3つの層（外側から表皮・真皮・皮下組織）からなる。そして、人間の無毛部の皮膚内部には主に4種類の触覚受容器（マイスナー小体・メルケル盤・パチニ小体・ルフィニ終末）があり、皮膚組織の歪の情報を電

10

20

30

40

50

気パルスに変換して中枢神経系へ伝え皮膚感覚を生む役割を持つ。これらの触覚受容器は、それぞれ異なった深さ（表皮からの深さ）に配置され、受容野（受容器が刺激を受容し得る皮膚の表面上の領域）の大きさと順応までの速さで特徴付けられる。4種類の触覚受容器の中でも、表皮と真皮との境界付近に位置し、狭い受容野を持つため空間分解能が高く、かつ、順応が速い受容器であるマイスナー小体は、手の平や指を物体の表面に押し付けて面上をなぞるとき、物体の表面の凹凸に起因する触覚刺激を分離して凹凸の位置や形状を検知するのに好都合である。したがって、本発明の凹凸増幅部材を用いて凹凸を検出する際には、マイスナー小体に到達する刺激を増幅できれば効果的である。

【0052】

そして、このマイスナー小体は、物体の凹凸を認識する際、歪の絶対量ではなく、歪の時間変化に反応して電気パルスを発生するものである。また、マイスナー小体の構造解析より、剪断方向の歪の時間変化がマイスナー小体の適刺激であることが知られている。

【0053】

ここで、本発明の凹凸増幅部材を手の平などの触覚を有する皮膚で押さえ付けて物体の表面に沿わせた状態とし、さらに、その状態で物体の表面を摺動させると、物体の凹凸に応じて、呈示部の表面に接線方向および法線方向の変位の時間変化（変形量の時間変化）が生じる（接触工程）。接線方向の変位の時間変化が皮膚の表面に作用すると、マイスナー小体の適刺激である剪断方向の歪の時間変化として、皮膚内部のマイスナー小体へ伝えられて検知される（凹凸検出工程）。そして、[凹凸増幅部材]の欄でも述べたように、呈示部の表面に生じる変形のうち接線方向の変位は、面の傾きと凹凸増幅部材の厚さに比例するので、凹凸増幅部材の厚さ（特に呈示部の厚さ）によって増幅されてマイスナー小体へ伝えられる。したがって、触覚により検知する場合は、凹凸増幅部材を物体の表面に沿わせた状態で摺動させることが望ましい。

【0054】

また、凹凸増幅部材の呈示部は、突部からなるのが望ましく、突部の先端部の法線方向の変位の時間変化に起因する剪断方向の歪の時間変化が皮膚の内部で生じやすくなる。皮膚の表面に一樣に与えられる法線方向の変位は主に深さ方向の圧縮歪を生じるが、突部の先端部から分散的に与えられる法線方向の変位は剪断歪を生じやすいからである。法線方向の変位は、物体の凹凸の高さに応じて決まるが、この高さの時間変化の情報が、マイスナー小体の適刺激である剪断方向の歪の時間変化に変換される。

【0055】

したがって、本発明の凹凸検出方法は、物体の凹凸の形状（傾きや高さ）を、凹凸増幅部材の呈示部の表面の変位の時間変化により、マイスナー小体の位置での剪断方向の歪の時間変化に効率よく増幅して変換する効果を持つ。

【0056】

また、本発明の凹凸検出方法では、シート状検出部の下面が低摩擦である凹凸増幅部材を介して手の平などを物体の表面で摺動させるので、摩擦が低減されて、触覚を鈍らせる要因となるスティック・スリップ（固着すべり）振動などを防止することができる。ノイズとなる摩擦や振動に起因する触覚刺激を除去することができるので、物体の凹凸をより明瞭に検知できる。さらに、凹凸増幅部材の複数の突部からなる呈示部は、その先端部が凹凸増幅部材と皮膚との間で滑り止めの役割を果たす。

【0057】

なお、触覚による検出方法を用いた本発明の凹凸検出方法は、たとえば、自動車製造や造船において、熟練検査技能者が手の平で表面をなぞることで行われている鋼板表面の歪の検査（面検査）において利用することができる。本発明の凹凸検出方法で用いられる凹凸増幅部材は、その簡単な構成により携帯に便利である。さらに、軍手の着用が必須である作業現場では、軍手に本発明の凹凸増幅部材を内蔵できるようにすることにより、実際の作業現場への投入が可能となり、飛躍的な応用拡大に繋がる。

【0058】

また、本発明の凹凸増幅部材および凹凸検出方法は、面検査技能の訓練に利用できる。

従来の訓練の場面において、初心者は、平坦であるとしか感じられない物体の表面を、面歪が検知できるまでなぞり続けなければならなかった。本発明の凹凸増幅部材および凹凸検出方法によれば、極めて小さな面歪も容易に検知することができ、その面歪の位置、大きさや形状のイメージを容易に把握することができる。その後、獲得したイメージを頼りに面検査を行うことで、凹凸増幅部材を使わなくとも小さな面歪を検知できるようになるため、触覚能力の訓練効果を向上させることができる。すなわち、技能の効率的な伝承手段となる。

【0059】

また、本発明の凹凸増幅部材は、前述したように、その材質や厚さ、呈示部の構成によって、凹凸の増幅作用の度合いを調整できる。そのため、例えば、訓練の進歩の度合いに合わせて異なる種類の凹凸増幅部材を使い分けることで、訓練がより効率化する。さらに自動車製造においては、生産ラインでの面検査を、増幅作用の度合いを車種ごとに合わせた凹凸増幅部材を用いて行うことで、たとえば、車種に合わせて検査レベルを容易に設定できる。

【実施例】

【0060】

本発明の実施例を図4～図7を用いて説明する。図4は、本実施例の凹凸増幅部材の全体を示す概略図である。図5は本実施例の凹凸増幅部材の平面図であり、図4の部分拡大図である。また、図6は、図5のX-X'における断面図である。そして、本実施例の凹凸増幅部材を用いて物体の表面の凹凸を検出する様子を図7に示す。

【0061】

本発明の凹凸増幅部材は、シート状検出部であるシート状の台座部1と、台座部1と一体的に形成された呈示部20である複数の突部2と、からなる。

【0062】

台座部1は、厚さ0.3mm、幅60.0mm、長さ（最長部分）133.5mmのシート状であり、また、台座部1の一端には、長さ方向に平行に2本のスリット15を有する（図4）。そのため、台座部1は、人差し指、中指、薬指を独立して載せることができる形状であり、凹凸増幅部材を人間の手の中央部と指の腹部で操作することができる。

【0063】

突部2は、台座部1の一方の面の全面に複数個形成されており（図6）、直径1mm、高さ3.2mmの円柱状の突起である。突部2の先端部22は直径1mmの半球状になっている。また、突部2は、一辺の長さが $\sqrt{3}$ mm（ ≈ 1.7 mm）の正三角形の格子の格子点に、互いに等間隔に配置されている。そして、突部2は、台座部1の厚さ方向と同じ方向、つまり台座部1と垂直である。

【0064】

本実施例の凹凸増幅部材は、光硬化樹脂からなり、光造形装置により、台座部1と突部2とを一つの部材として同時に形成したものである。なお、光硬化樹脂の弾性率は、2400MPaである。

【0065】

また、台座部1の下面（突部2が形成された面と背向する面）には、摩擦低減のためのテフロンテープ（図示せず）が貼られている。

【0066】

次に、本実施例の凹凸増幅部材を用いて物体Oの表面部Osの凹凸を検出する方法について、図7を用いて説明する。なお、図7では、凹凸増幅部材の先端部側（指先側）のみを示す。

【0067】

凹凸増幅部材の使用時には、台座部1の下面を物体Oの表面部Osに、突部2を手の平Pに当てる。そして、手の平Pで表面部Osを押し付けた状態で、手の平Pを任意の方向（例えば図7の矢印方向）に動かして凹凸増幅部材を表面部Os上で摺動させ、表面部Osの凹凸を検出する。検出の際には、通常のなぞり動作の力で表面部Osに押し付けると

10

20

30

40

50

、台座部 1 は表面部 O s の形状に沿って曲がる。そして、表面部 O s の形状の変化に応じて、複数の突部 2 の先端部 2 2 には変位が生じる。

【0068】

なお、人間が手の平や指で凹凸を検出する際には、通常、0.01～0.02MPa の圧力で凹凸増幅部材を物体の表面に押し付けた状態で、100mm/s の速度で往復摺動させる。

【0069】

〔評価〕

高さ 0.04mm、直径 10mm の凸面を有する物体を対象物として、本実施例の凹凸増幅部材を用いて複数人 (A～G) により凹凸の検出を行った。また、比較例として、厚さ 0.013mm のポリエチレンフィルムを用意し、実施例の凹凸増幅部材による凹凸の検出を行う前に、あらかじめ同様の対象物に関して凹凸の検出を行った。表 1 に、その結果を示す。なお、表 1 において、◎は凸面を鮮明に検出できたもの、○は凸面を辛うじて検出できたもの、×は凸面を検出できなかったものである。

【0070】

【表 1】

	A	B	C	D	E	F	G
比較例	×	○	○	×	×	×	×
実施例	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

【0071】

表 1 から、ポリエチレンフィルムでは検出が難しかった凸面でも、本発明の凹凸増幅部材を用いることにより容易に検出できることが分かる。すなわち、本実施例の凹凸増幅部材を用いることにより、物体の表面の凹凸の検出が効率的に行える。

【0072】

なお、有限要素法を用いたシミュレーション (FEM) によれば、本実施例の凹凸増幅部材を用いることで、素手による面検査のシミュレーション結果と比較して、マイスナー小体に伝わる剪断方向の歪の時間変化が 20 倍程度増幅されるという結果も得られている。

【0073】

さらに、触覚技能を有する検査技能者により、本実施例の凹凸増幅部材を用いた鋼板の面検査を行ったところ、「明らかに感度が増強したように感じられる」、「従来見落とししていた小さい面歪も検出できる」、「軍手での検査時には何度かなぞってぼんやりとしたイメージで感じていたが、凹凸増幅部材を用いると少ないなぞり動作でピリッと鮮明に感じられる」、「検査時に対象面を押し付ける力が小さくてすむので、疲労が小さくなる」というコメントが得られた。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図 1】一般的なシートを物体の表面に沿わせたときにシートに生じる伸縮を模式的に示す図であって、凸な表面 (a) および凹な表面 (b) に沿わせた場合を示す。

【図 2】本発明の凹凸増幅部材を、平坦な状態 (点線で示す) から、傾き θ を有する面に接したとき (実線で示す) の、シート状検出部および呈示部の変形を模式的に示す図である。

【図 3】本発明の凹凸増幅部材の一例を説明する部分拡大図であって、それぞれ V-V' での断面図 (I) および W-W' での断面図 (II) である。

10

20

30

40

50

【図 4】本実施例の凹凸増幅部材の全体を示す概略図である。

【図 5】本実施例の凹凸増幅部材の平面図であって、図 4 の部分拡大図である。

【図 6】本実施例の凹凸増幅部材の断面図であって、図 5 の X-X' における断面図である。

【図 7】本実施例の凹凸増幅部材を用いて物体の凹凸を検出する様子を示す説明図であって、指先の部分のみを示す説明図である。

【符号の説明】

【 0 0 7 5 】

1, 11, 13 : シート状検出部 (台座部)

20, 21, 30 : 呈示部

2, 26 : 突部 (突起)

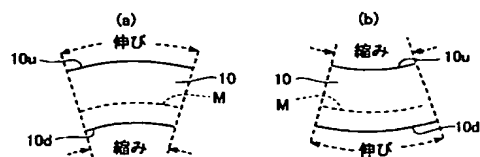
22 : 突部の先端部

3 : 垂直孔

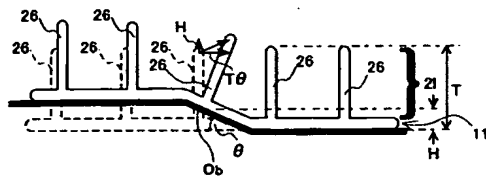
O : 物体

10

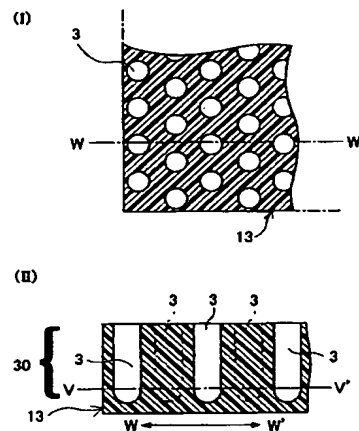
【 図 1 】



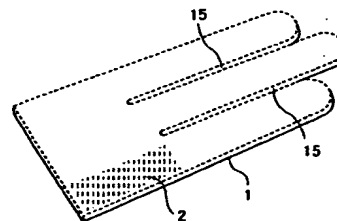
【 図 2 】



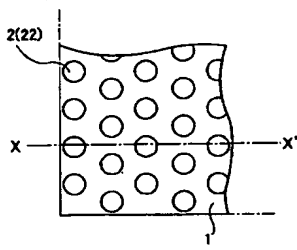
【 図 3 】



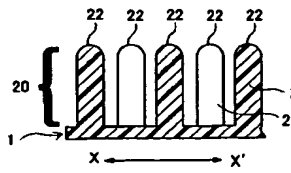
【 図 4 】



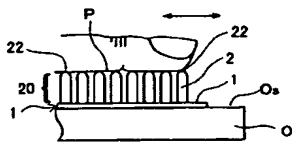
【 図 5 】



【図 6】



【图 7】



フロントページの続き

- (71)出願人 501359560
藤本 英雄
愛知県名古屋市中区金山一丁目8番19号 ジャルダン新金山201
- (71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
- (74)代理人 100081776
弁理士 大川 宏
- (72)発明者 佐野 明人
岐阜県本巣郡北方町北方2300-2
- (72)発明者 望山 洋
愛知県名古屋市中区天白区池見2-177 グランパス池見206
- (72)発明者 武居 直行
愛知県名古屋市中区天白区鴻の巣2-403 シルク壺番館203
- (72)発明者 菊植 亮
愛知県名古屋市中区東区泉2-20-9 マイルストーン泉3B
- (72)発明者 藤本 英雄
愛知県名古屋市中区金山1-8-19 ジャルダン新金山201
- Fターム(参考) 2F063 AA43 BA29 BB08 DA02 DA05 FA14